

**Power semiconductor device with pressure contact.****Publication number:** EP0638928 (A1)**Publication date:** 1995-02-15**Inventor(s):** KUHNERT REINHOLD DR DIPL-PHYS [DE]**Applicant(s):** SIEMENS AG [DE]**Classification:****- international:** H01L21/52; H01L23/051; H01L23/48; H01L23/492; H01L25/04;  
H01L25/18; H01L21/02; H01L23/02; H01L23/48; H01L25/04;  
H01L25/18; (IPC1-7): H01L23/48; H01L23/051; H01L23/492**- European:** H01L23/051; H01L23/48F; H01L23/492H; H01L23/492M3**Application number:** EP19940111249 19940719**Priority number(s):** DE19934326733 19930809**Also published as:**

EP0638928 (B1)

US5506452 (A)

JP7086496 (A)

JP3452652 (B2)

**Cited documents:**

DE2023436 (A1)

DE3838968 (A1)

US4403242 (A)

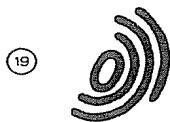
EP0285074 (A2)

JP57078144 (A)

[more >>](#)**Abstract of EP 0638928 (A1)**

In the case of power semiconductor elements having pressure contact, contact surfaces which have different coefficients of thermal expansion lie on top of one another. This can lead to welding of the contact surfaces due to friction. Friction is kept at a low level by providing the contact surfaces (4, 6) with a layer (7, 8) which consists of an amorphous carbon-metal compound. The latter has a lower coefficient of friction with small resistivity.

**FIG 1**Data supplied from the *esp@cenet* database — Worldwide



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: 0 638 928 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 94111249.2

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H01L 23/48, H01L 23/051,  
H01L 23/492

(22) Anmeldetag: 19.07.94

(30) Priorität: 09.08.93 DE 4326733

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
D-80333 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
15.02.95 Patentblatt 95/07

(72) Erfinder: Kuhnert, Reinhold, Dr., Dipl.-Phys.  
Dachauer Strasse 140 D  
D-80637 München (DE)

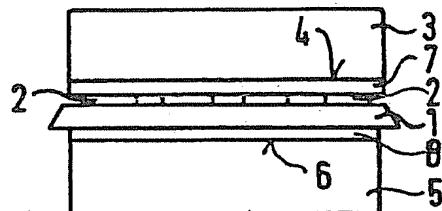
(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI

### (54) Leistungs-Halbleiterbauelement mit Druckkontakt.

(57) Bei Leistungs-Halbleiterbauelementen mit Druckkontakt liegen Kontaktflächen aufeinander, die unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten haben. Dies kann zum Verschweißen der Kontaktflächen durch Reibung führen. Die Reibung wird da-

durch gering gehalten, daß die Kontaktflächen (4, 6) mit einer Schicht (7, 8) versehen sind, die aus einer amorphen Kohlenstoff-Metallverbindung besteht. Diese hat einen kleineren Reibungskoeffizienten bei geringem spezifischen Widerstand.

FIG 1



EP 0 638 928 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Leistungs-Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper, mit einer anodenseitigen und einer katodenseitigen Kontaktelktrode aus einem Metall, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient von dem des Halbleiterkörpers abweicht, und mit mindestens zwei unter Druck stehenden aufeinanderliegenden Kontaktflächen zwischen dem Halbleiterkörper und den Kontaktelktroden.

Solche Leistungs-Halbleiterbauelemente sind Stand der Technik (man vgl. z.B. die DE-AS 1 185 728).

Bei Leistungs-Halbleiterbauelementen der oben angegebenen Art tritt das Problem auf, daß sich die unter Druck aufeinanderliegenden Kontaktflächen wegen ihrer unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei Lastwechseln relativ zueinander bewegen. Dies kann zum Verschweißen der Kontaktflächen durch Reibung führen. Es hat daher in der Vergangenheit nicht an Versuchen gefehlt, geeignete Materialpaarungen für die Kontaktflächen auszusuchen, bei denen ein Verschweißen nicht auftritt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Leistungs-Halbleiterbauelement der angegeben Art derart weiterzubilden, daß die Reibung der Kontaktflächen gegenüber bekannten Paarungen vermindert wird.

Dies wird dadurch erreicht, daß mindestens eine der Kontaktflächen mit einer Schicht versehen ist, die aus einer amorphen Kohlenstoff-Metallverbindung besteht.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird anhand von vier Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 4 näher erläutert. Die Figuren zeigen jeweils die Seitenansicht auf ein ungekapseltes Leistungs-Halbleiterbauelement.

Die Anordnung nach Figur 1 hat einen Halbleiterkörper 1 mit Katodenkontakten 2. An den Halbleiterkörper ist katodenseitig eine Kontaktelktrode 3 angedrückt, an die Anodenseite eine Kontaktelktrode 5. Die dem Halbleiterkörper 1 zugewandten Kontaktflächen beider Kontaktelktroden sind mit 4 bzw. 6 bezeichnet.

Die Kontaktelktroden bestehen üblicherweise aus Kupfer, der Halbleiterkörper aus Silizium. Kupfer und Silizium haben stark voneinander abweichende thermische Ausdehnungskoeffizienten. Um die Reibung zwischen den Kontaktelktroden 3, 5 einerseits und dem Halbleiterkörper andererseits gering zu halten, sind die Kontaktflächen 4, 6 mit je einer Schicht 7, 8 versehen, die aus einer amorphen Kohlenstoff-Metallverbinding besteht. Diese Kohlenstoff-Metallverbinding kann z.B. eine Kohlenstoff-Wolframverbinding oder eine Kohlenstoff-Molybdänverbinding sein. Eine solche amorphe

5 Schicht erhält man, indem die Verbindung z. B. durch Sputtern eines Metall- oder Metallcarbid-Tar-  
getts in einer Argon-Kohlenwasserstoffatmosphäre abgeschieden wird. Dies kann in einem Hochfre-  
quenz- oder Gleichspannungsfeld geschehen. Sol-  
che Verfahren sind an sich bekannt und werden  
hier daher nicht besonders erläutert. (Man vergleiche z.B. den Artikel von Dimigen und Klages "Mi-  
crostructure and wear behaviours of metal-contain-  
ing diamond-like coatings" in Surface and Coa-  
tings Technology, 49(1991), S. 543-547. Für den  
erwähnten Zweck hat sich eine Dicke zwischen 0,5  
und 10 µm als ausreichend erwiesen.

10 Bei den genannten Materialien besteht ein Zu-  
ammenhang zwischen spezifischem Widerstand  
15 und dem Reibungskoeffizienten der abgeschiede-  
nen Schichten. Dieser Zusammenhang ist ebenfalls  
aus der obengenannten Literatur bekannt. Mit zu-  
nehmendem Metall/Kohlenstoffverhältnis nimmt der  
20 Schichtwiderstand ab und der Gleitreibungskoeffi-  
zient zu. Das Herstellverfahren erlaubt eine Einstel-  
lung dieser Größen. Für die Herstellung einer die  
elektrischen Eigenschaften des Bauelements unbe-  
einflußt lassende Gleitschicht empfiehlt sich im Fal-  
le des Systems Wolfram/Kohlenstoff ein Atomver-  
hältnis zwischen 0,1 und 0,2. Kann ein bestimmter  
25 Widerstand zugelassen werden, ist der Übergang  
zu kleineren W/C-Werten (<0,05 z.B. 0,02) unkri-  
tisch, da der Reibungskoeffizient dadurch weiter  
verringert wird.

30 Es ist auch möglich, die Schichten auf Kontakt-  
elktroden aufzubringen, die aus einem anderen  
Metall als Kupfer bestehen, z.B. aus Aluminium  
oder Silber.

35 Das Ausführungsbeispiel nach Figur 2 unter-  
scheidet sich von dem nach Figur 1 im wesentli-  
chen dadurch, daß zwischen den Kontaktelktroden  
3, 5 und dem Halbleiterkörper 1 Scheiben 10, 14  
angeordnet sind, deren thermischer Ausdehnungs-  
koeffizient zwischen dem des Silizium des Halblei-  
terkörpers und dem des Kupfers der Kontaktelktro-  
den liegt. Die Scheiben 10, 14 können in bekannter  
Weise aus Wolfram oder Molybdän bestehen. Die  
Scheibe 14 ist auf ihrer der Kontaktfläche 4 der  
40 Kontaktelktrode 3 zugewandten Seite mit einer  
Schicht 15 und auf ihrer dem Halbleiterkörper 1  
zugewandten Seite mit einer Schicht 16 versehen.  
Beide Schichten bestehen aus der amorphen Koh-  
lenstoff-Metallverbinding. Die Scheibe 14 liegt  
45 über den Schichten 15, 16 lediglich unter Druck an  
der Kontaktelktrode 3 bzw. am Halbleiterkörper 1  
an. Anodenseitig ist der Halbleiterkörper stoff-  
schlüssig, z.B. durch Legieren oder Niedertempera-  
turverbindung, mit einer Scheibe 10 verbunden,  
50 deren thermischer Ausdehnungskoeffizient zwi-  
schen dem des Siliziums des Halbleiterkörpers und  
dem des Kupfers der Kontaktelktrode 5 liegt. Die  
Scheibe 10 hat eine der Kontaktelktrode 5 zuge-

wandte Kontaktfläche 11, die mit einer Schicht 12 versehen ist. Auch die Schicht 12 besteht aus der amorphen Kohlenstoff-Metallverbindung. Die anodenseitige Kontaktelektrode 5 liegt mit ihrer dem Halbleiterkörper zugewandten Kontaktfläche 6 lediglich unter Druck an der Schicht 12 an, ist mit dieser also nicht stoffschlüssig verbunden.

Bei Lastwechseln kann sich daher die Scheibe 14 unter geringer Reibung lateral sowohl relativ zur Kontaktelektrode 3 als auch zum Halbleiterkörper 1 bewegen. Ebenso kann sich die Kontaktelektrode 5 lateral relativ zur Scheibe 10 und zum Halbleiterkörper 1 bewegen.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 3 unterscheidet sich von dem nach Figur 2 im wesentlichen dadurch, daß zwischen dem Halbleiterkörper 1 und der anodenseitigen Kontaktelektrode 5 eine Molybdän- oder Wolframscheibe 18 liegt, die beidseitig mit Schichten 19, 20 aus der amorphen Kohlenstoff-Metallverbindung versehen ist. Dabei liegt die Scheibe 18 über die Schichten 19, 20 lediglich unter Druck am Halbleiterkörper 1 bzw. an der Kontaktelektrode 5 an. Hier ist ein reibungsfreies laterales Gleiten der Scheibe 18 sowohl gegen den Halbleiterkörper 1 als auch gegen die Kontaktelektrode 5 möglich.

Das Atomverhältnis von Metall zu Kohlenstoff muß nicht über die Dicke der Schicht konstant sein. Es kann auf der Oberseite von dem auf der Unterseite abweichen. Im Ausführungsbeispiel nach Figur 4 hat die an der Kontaktelektrode 3 anliegende Teilschicht 21 ein höheres Atomverhältnis von Metall zu Kohlenstoff als die für den gleitenden Druckkontakt vorgesehene Teilschicht 22. Erstere hat somit einen niedrigen Widerstand, letztere einen niedrigen Reibungskoeffizienten. Die Schicht 21 hat vorzugsweise eine größere Dicke als die Schicht 22. Damit läßt sich ein niedriger Kontaktwiderstand mit guten Gleiteigenschaften kombinieren.

#### Patentansprüche

1. Leistungs-Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper (1), mit einer anodenseitigen und einer katodenseitigen Kontaktelektrode (5,3) aus einem Metall, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient von dem des Halbleiterkörpers abweicht und mit mindestens zwei unter Druck stehenden, aufeinanderliegenden Kontaktflächen (4, 6) zwischen dem Halbleiterkörper und den Kontaktektroden,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine der Kontaktflächen (4, 6) mit einer Schicht (7, 8) versehen ist, die aus einer amorphen Kohlenstoff-Metallverbindung besteht.
2. Leistungs-Halbleiterbauelement nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (7, 8) auf der dem Halbleiterkörper (1) zugewandten Kontaktfläche (4, 6) der Kontaktektroden (3, 5) angeordnet ist.

3. Leistungs-Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen mindestens einer der Kontaktektroden (3, 5) und dem Halbleiterkörper (1) eine Scheibe (10, 14; 14, 18) aus einem Metall angeordnet ist, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient zwischen dem der Kontaktektroden und dem des Halbleiterkörpers liegt, und daß die Scheibe auf beiden Kontaktflächen mit der Schicht (15, 16; 19, 20) versehen ist.
4. Leistungs-Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß mit dem Halbleiterkörper (1) anodenseitig eine Scheibe (10) stoffschlüssig verbunden ist, die aus einem Metall besteht, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient zwischen dem des Halbleiterkörpers und dem der anodenseitigen Kontaktektrode (5) liegt und daß die der Kontaktektrode (5) zugewandte Kontaktfläche (11) der Scheibe mit der Schicht (12) versehen ist.
5. Leistungs-Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Metall der Schicht Wolfram ist.
6. Leistungs-Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Metall der Schicht Molybdän ist.
7. Leistungs-Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Atomverhältnis von Metall zu Kohlenstoff zwischen 0,02 und 0,2 liegt.
8. Leistungs-Halbleiterbauelement nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Atomverhältnis zwischen 0,1 und 0,2 liegt.
9. Leistungs-Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Schicht etwa 0,5-10 µm dick ist.
10. Leistungs-Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Atomver-

hältnis von Metall zu Kohlenstoff der Schicht  
(7, 8; 15, 16; 12; 19, 20) auf ihrer Oberseite  
von dem auf ihrer Unterseite abweicht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

FIG 1

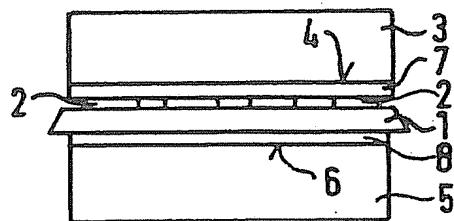


FIG 2

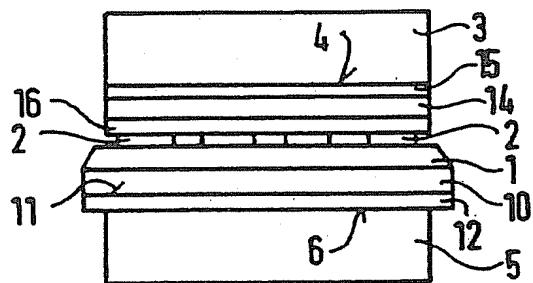


FIG 3

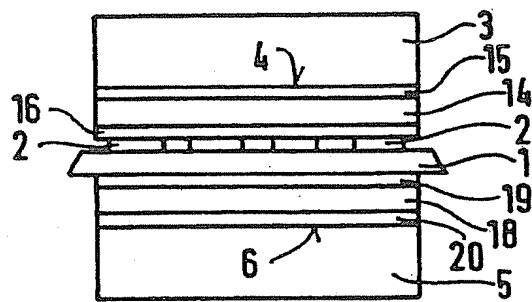
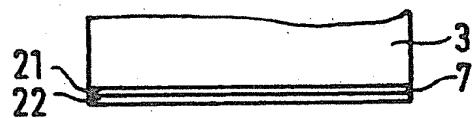


FIG 4





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 11 1249

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kenntzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.6)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 155 (E-125) 17. August 1982 & JP-A-57 078 144 (HITACHI LTD.) 15. Mai 1982 * Zusammenfassung * ---	1,2,5,6	H01L23/48 H01L23/051 H01L23/492
D, Y	SURFACE AND COATINGS TECHNOLOGY, Bd.49, 1991, LAUSANNE, CH Seiten 543 - 547 H. DIMIGEN ET AL * Zusammenfassung; Abbildung 3 * ---	1,2,5,6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 95 (E-395) 12. April 1986 & JP-A-60 239 044 (SUMITOMO) 27. November 1985 * Zusammenfassung * ---	1,2,7,8	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 103 (E-244) 15. Mai 1984 & JP-A-59 021 033 (MITSUBISHI) 2. Februar 1984 * Zusammenfassung * ---	3,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.6)
A	DE-A-20 23 436 (COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITÉ) * Seite 1 - Seite 4 * * Seite 8; Abbildungen * ---	1,2,5,6, 9	H01L
A	DE-A-38 38 968 (ASEA BROWN BOVERI AG) * Zusammenfassung * ---	1,7,8	
A	US-A-4 403 242 (M. TSURUOKA) * Spalte 4, Zeile 21 - Zeile 66; Abbildungen * ---	1	
		-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchewort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	8. Dezember 1994	ROUSSEL, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 11 1249

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.6)
A	EP-A-0 285 074 (TOSHIBA) * Spalte 3, Zeile 30 - Spalte 4, Zeile 29 * ----- 	3, 4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenart <b>BERLIN</b> Abschlußdatum der Recherche <b>8. Dezember 1994</b> Prüfer <b>ROUSSEL, A</b>			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		